

高時川における濁水発生パターンと 濁度上昇メカニズムの分析

○仲谷 葵 岐阜大学工学部社会基盤工学科

外山尚直 岐阜大学大学院自然科学技術研究科環境社会基盤工学専攻

原田守啓 岐阜大学環境社会共生体研究センター

令和4年8月4日～5日にかけて、滋賀県湖北地域に流れる高時川に豪雨災害が発生した



以降、高時川では中小出水時にも濁水がひどくなり、豪雨災害以前に比べて濁水が頻繁に発生するようになった



河川を利用している農業、漁業、観光業を営む地域住民に被害を及ぼしており、早期の改善を望んでいる

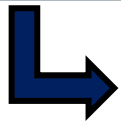


濁水長期化問題を受け、滋賀県は高時川濁水対策連絡調整会議を設置
関係機関が原因究明のため調査を実施した

【濁水の長期化原因(2024年3月の報告書¹⁾)】

上流大雨パターン

上流のむきだしになっている土砂が本川に流入して発生する



一般的な濁水の発生要因

中小出水パターン

豪雨災害時に堆積した細粒土砂が雨のたびに巻き上げられて発生し、流下過程でひどくなっている

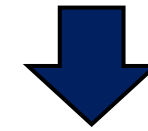


濁水発生の要因では起こりえない現象

1) 高時川における長期濁水の原因調査及び対策に関する報告書, pp_30, 2024年3月

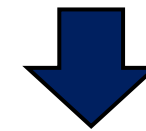


現地調査にて、河床材料を動かすことで
細粒土砂の放出を確認した。



【中小出水パターン】

雨のたびに細粒土砂が巻き上げられる



流量増加による河床材料の移動に伴う
細粒分の放出

本研究では濁水長期化問題の実態をより明らかにするために以下2つの目的を置く

流況再現計算による流量時系列データ



濁度連続観測データ

2023年:大久保卓也 滋賀県立大学名誉教授より貸与
2024年:滋賀県より貸与

目的1:

濁水発生パターンの分析
濁水長期化の改善傾向分析

細粒分放出モデル



移動限界粒径より細粒分放出量を推定

目的2:

中流域における濁度上昇メカニズム
の分析

目的1:

濁水発生パターンの分析
濁水長期化の改善傾向分析

現地調査(河床材料・室内試験・VRS測量)

目的2:

中流域における濁度上昇メカニズムの分析

流量・濁度の時系列データを用いた
濁水発生パターンの分析

2023年・2024年
濁度連続観測データ
の整理

RRIモデルによる
流況再現計算

流況再現精度の検証

流量・濁度の時系列データを対象とした
濁水発生パターンの分析

濁水発生パターンの
分析

2023年と2024年
の比較(濁水の軽減)

中流域における濁度上昇メカニズムのモデル解析
(河床からの細粒土砂の放出のモデル化)

河床表層の土砂輸送に伴う
細粒土砂放出モデルの作成

中小出水パターンの再現計算
(モデル計算)

河床からの濁質の放出量について

目的1:

濁水発生パターンの分析
濁水長期化の改善傾向分析

現地調査(河床材料・室内試験・VRS測量)

目的2:

中流域における濁度上昇メカニズムの分析

流量・濁度の時系列データを用いた
濁水発生パターンの分析

2023年・2024年
濁度連続観測データ
の整理

RRIモデルによる
流況再現計算

流況再現精度の検証

流量・濁度の時系列データを対象とした
濁水発生パターンの分析

濁水発生パターンの
分析

2023年と2024年
の比較(濁水の軽減)

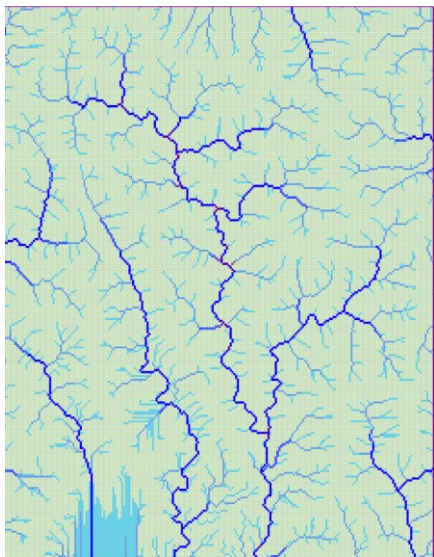
中流域における濁度上昇メカニズムのモデル解析
(河床からの細粒土砂の放出のモデル化)

河床表層の土砂輸送に伴う
細粒土砂放出モデルの作成

中小出水パターンの再現計算
(モデル計算)

河床からの濁質の放出量について

研究手法 ～RRIモデルによる流況再現計算と精度の検証～



高時川流域図設定

【RRIモデル²⁾】

地形情報等を入力することで降雨・流出・氾濫を一体的に解析できるモデル

入力データ

地形情報:15秒(450m)解像度のHydroSHEDS
雨量データ:気象庁の解析雨量データ(2023年, 2024年)

パラメータ設定

kinematic wave , soil depth1.0 , 土地利用有

RRIモデルより算出した計算流量

管並水位観測所横断データ

2024年の水位観測データ

等流計算より算出した実測流量

2)降雨流出氾濫(RRI)モデル開発と応用, 56-6,2014

Nash-Sutcliffe係数より精度を評価

$$NSE = 1 - \frac{\sum_{i=1}^N \{q_0(i) - q_c(i)\}^2}{\sum_{i=1}^N \{q_0(i) - q_{av}\}^2}$$

$$q_{av} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N q_0(i)$$

ここに, N : 計算時間数, $q_0(i)$: i 時の実測流量, $q_c(i)$: i 時の計算流量, q_{av} : 実測流量の平均値

取り得る値の範囲 : 1.0 以下
Nash-Sutcliffe 係数の評価基準
0.7 以上 : ○再現性が高い
0.0-0.7 : △再現性がある
マイナス : ×再現性がない

目的1:

濁水発生パターンの分析
濁水長期化の改善傾向分析

現地調査(河床材料・室内試験・VRS測量)

目的2:

中流域における濁度上昇メカニズムの分析

流量・濁度の時系列データを用いた
濁水発生パターンの分析

2023年・2024年
濁度連続観測データ
の整理

RRIモデルによる
流況再現計算

流況再現精度の検証

流量・濁度の時系列データを対象とした
濁水発生パターンの分析

濁水発生パターンの
分析

2023年と2024年
の比較(濁水の軽減)

中流域における濁度上昇メカニズムのモデル解析
(河床からの細粒土砂の放出のモデル化)

河床表層の土砂輸送に伴う
細粒土砂放出モデルの作成

中小出水パターンの再現計算
(モデル計算)

河床からの濁質の放出量について

研究手法 ～全体像～

9

目的1:

濁水発生パターンの分析
濁水長期化の改善傾向分析

現地調査(河床材料・室内試験・VRS測量)

目的2:

中流域における濁度上昇メカニズ
ムの分析

流量・濁度の時系列データを用いた
濁水発生パターンの分析

2023年・2024年
濁度連続観測データ
の整理

RRIモデルによる
流況再現計算

流況再現精度の検証

流量・濁度の時系列データを対象とした
濁水発生パターンの分析

濁水発生パターンの
分析

2023年と2024年
の比較(濁水の軽減)

中流域における濁度上昇メカニズムのモデル解析
(河床からの細粒土砂の放出のモデル化)

河床表層の土砂輸送に伴う
細粒土砂放出モデルの作成

中小出水パターンの再現計算
(モデル計算)

河床からの濁質の放出量について

研究手法 ～河床表層の土砂輸送に伴う細粒土砂放出モデルの作成～

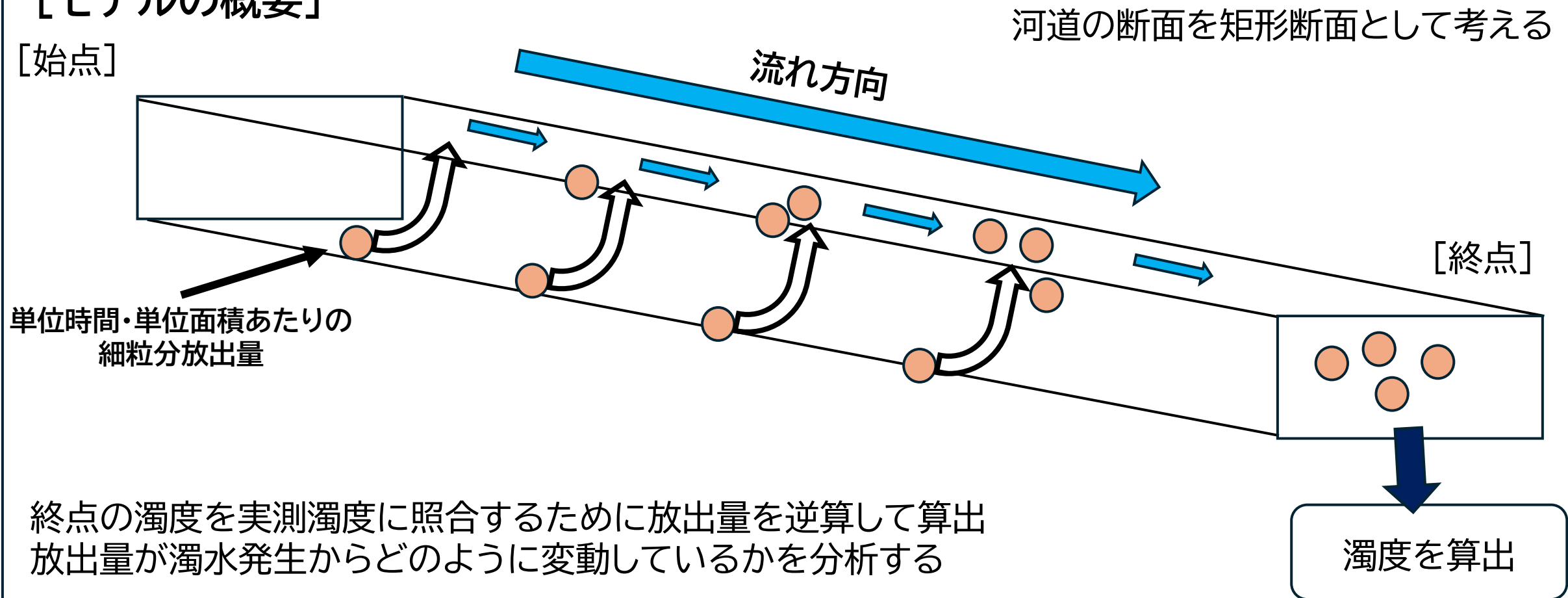
10

中小出水パターン

流量増加による河床材料の移動に伴う細粒土砂が放出され、流下過程において累積し、濁度が上昇していく

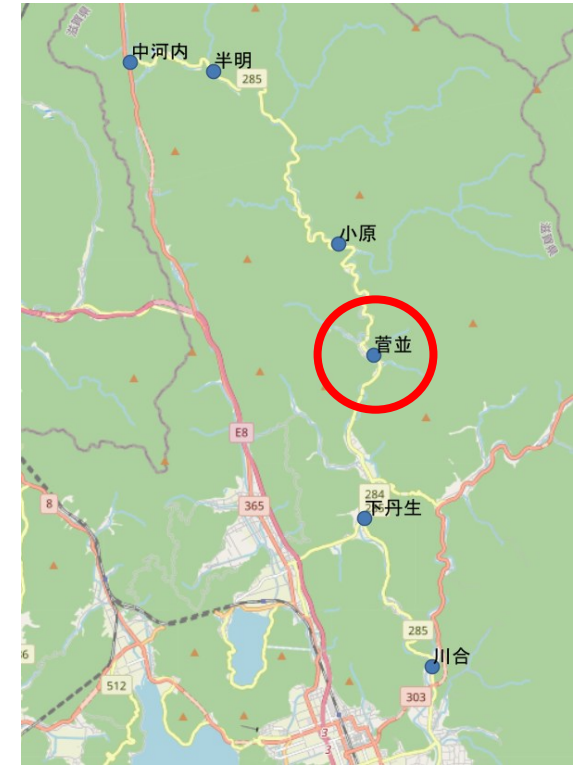
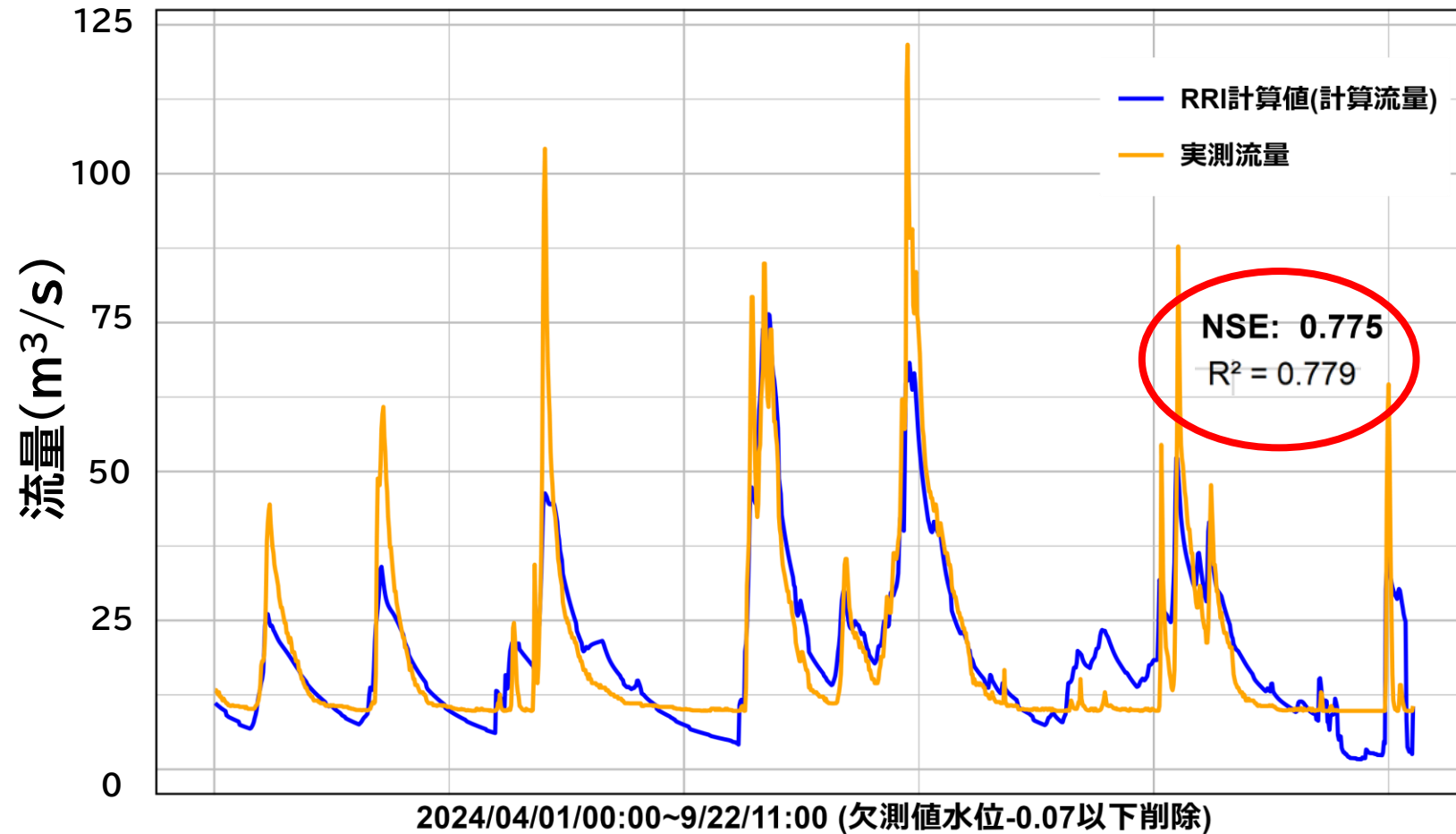
【モデルの概要】

【始点】



結果 ～流況再現精度の検証～

11



比較地点

RRI内でパラメータフィッティングを行い、
NSEが0.77より再現性が高い事がいえた



実際の流量として用いて問題なさそう

【流量と濁水発生の時系列分析】



濁水発生期間と流量の時系列比較(5/28～8/20)(左:2023年, 右:2024年)

濁水発生は、高出水時に発生するのが主であり、流量が逡減する過程にも濁水発生があること



濁水長期化は上流大雨パターン+中小出水パターンの連続的な組み合わせにより発生

結果・考察 ～流量と濁度の関係性～

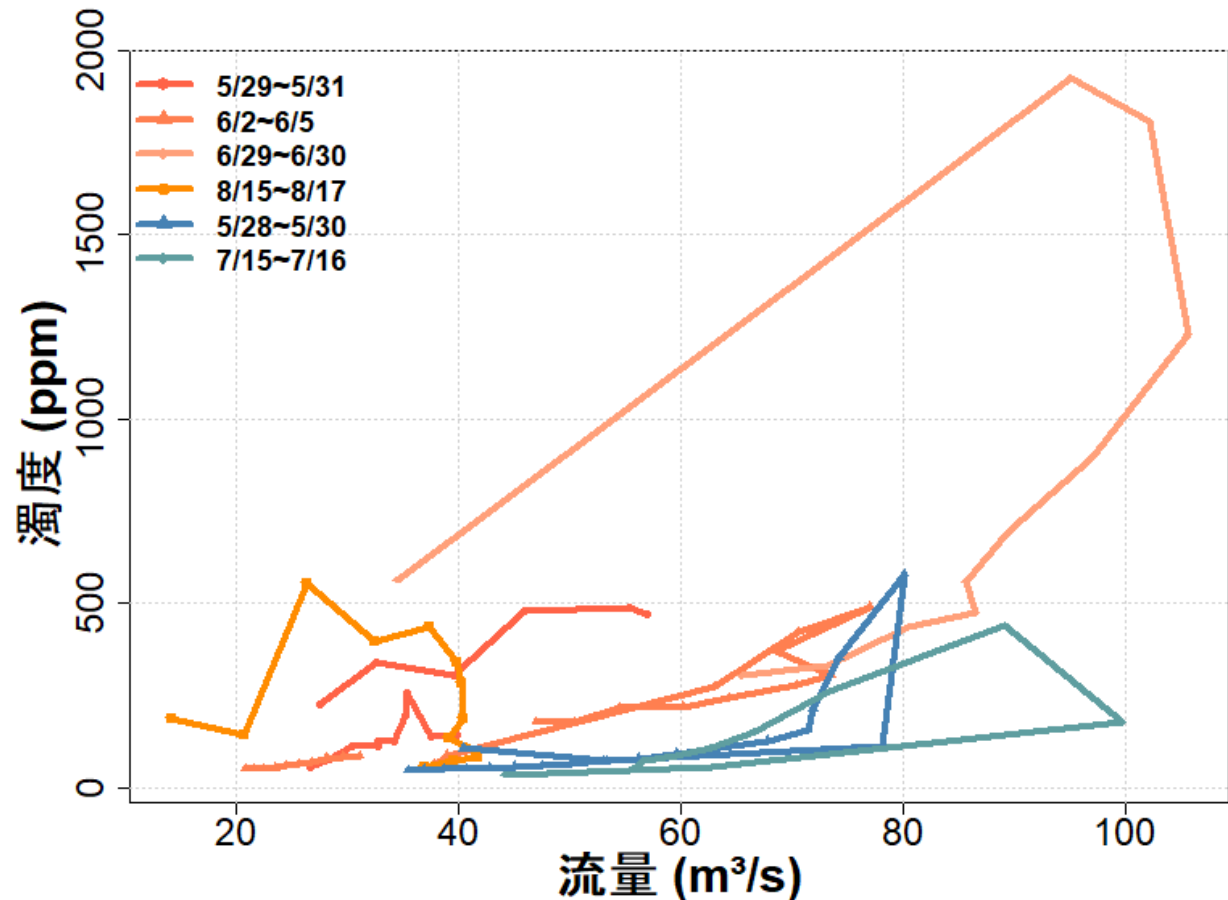
13

各濁水発生時の流量増加から減少までの流量と濁度を取ったものをグラフ内に示す

2023年の濁度 > 2024年の濁度



濁水の状態が改善されてきている

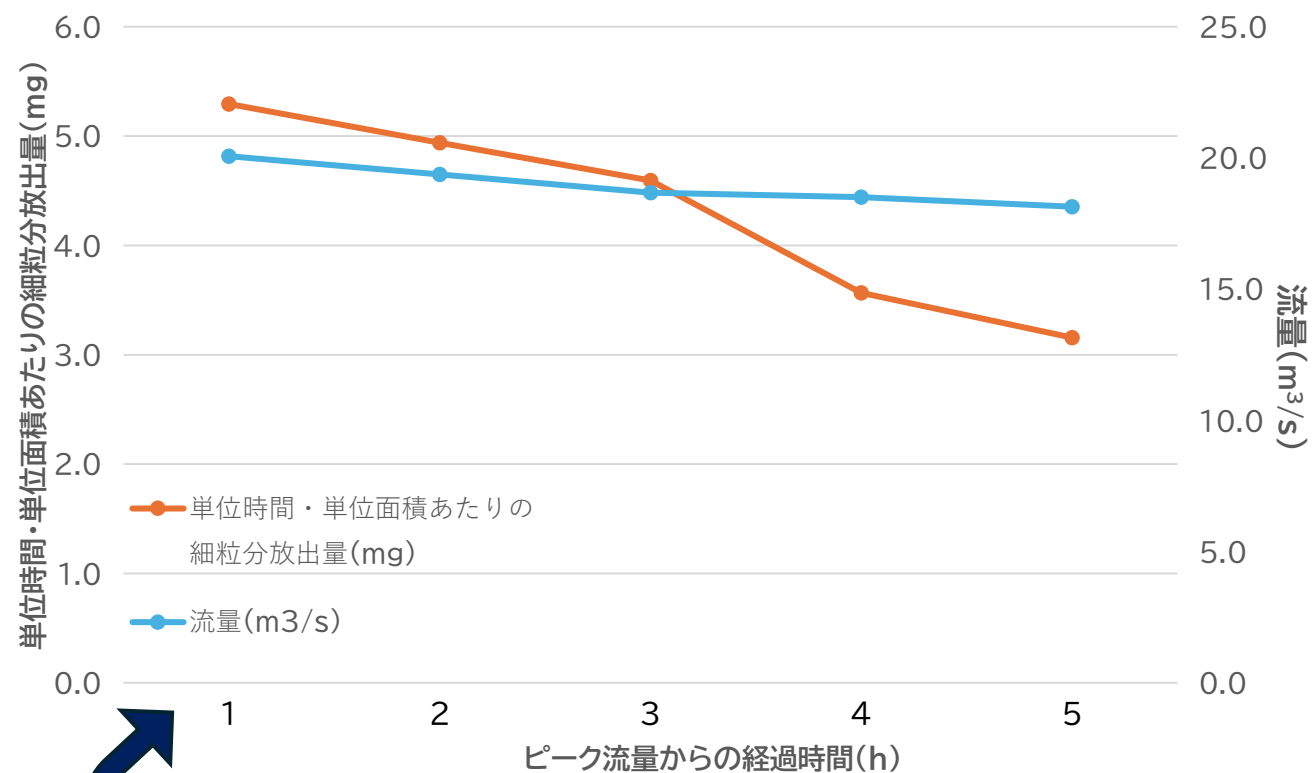


濁水発生時の横軸流量-縦軸濁度の関係
(2023年:暖色 2024年:寒色)

結果・考察 ～モデル計算による河床からの放出量～

14

2023年の中小出水時の濁水発生から平水に至るまでをモデル計算を用いて、放出量を逆算

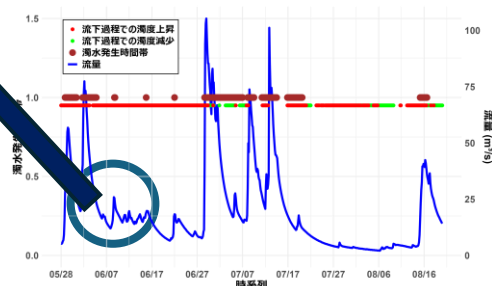


左のグラフはピーク流量から5時間経過したときの1時間毎の算出結果

流量がほぼ横ばいで河床材料の移動粒径が変化しないのに対し、放出量が大きく減少している



一つの出水の中で河床表面の細粒分が
洗い流されている



濁水発生パターンの分析

- 濁水の長期化は上流大雨パターンと中小出水パターンの2つがそれぞれ独立して起こっているため発生していると考えられたが、実際は上流大雨パターンと中小出水パターンの連続した組み合わせによって発生していると考えられた

2023年と2024年の比較

- 濁水発生中の流量と濁度の関係を取った時、同程度の流量で比較した時に明らかに24年のほうが濁度の取る値が小さくなっていることから濁水状況が改善されていることが示唆された

河床からの濁質の放出量

- 中小出水時による濁水発生時の河床からの放出量をモデルを用いて、算出した結果、同程度の流量が続いていても放出量の減少が確認でき、一つの出水において河床表面の細粒分が洗い流されていることが考えられた

[参考文献]

- 1) 高時川濁水対策連絡調整会議: 高時川における長期濁水の原因調査及び対策に関する報告書, pp_30, 2024年3月
- 2) 佐山敬洋, 岩見洋一: 降雨流出氾濫(RRI)モデル開発と応用, 土木技術資料, 56-6, 2014